



<http://www.Criptomuseum.com/Cripto/lorenz/sz40>

CRIPTOGRAFIA

Criptografia: terminologia (1 / 2)

2

□ Criptografia

- Arte ou ciência de escrever de forma escondida
 - do Grego *kryptós*, escondido + *graph*, radical de *graphein*, escrever
- Foi inicialmente usada para tornar a informação confidencial
 - Compreensível apenas para alguns

□ Esteganografia

- Semelhante, mas tecnicamente diferente
 - do Grego *steganós*, escondido + *graph*, radical de *graphein*, escrever
- É usado para referir a camuflagem de informação

□ Criptanálise

- Arte ou ciência de quebrar sistemas criptográficos ou de revelar informação criptografada

Criptografia: terminologia (2/2)

3

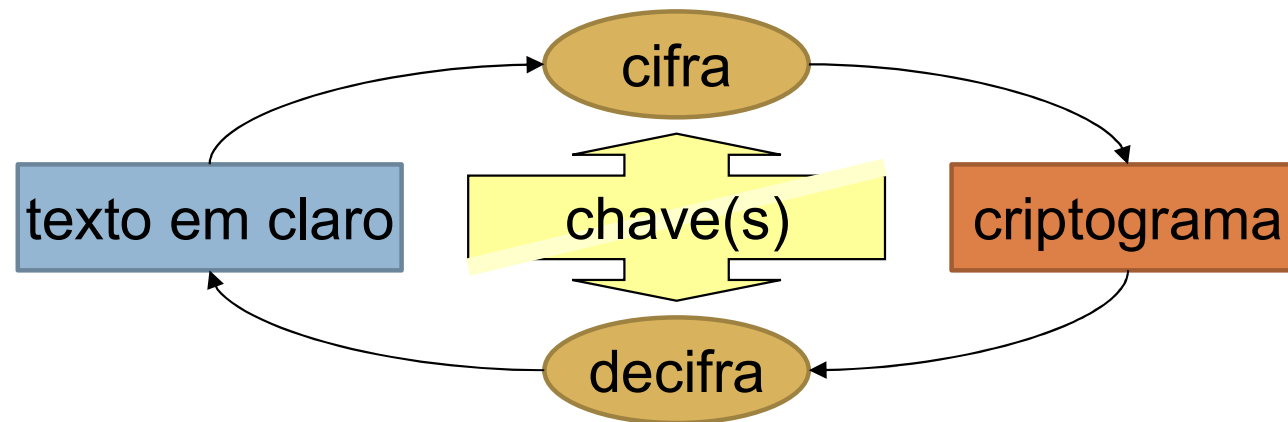
- Cifra
 - ▣ Técnica criptográfica concreta
 - ▣ Transformação criptográfica de informação

- Operação de uma cifra
 - ▣ cifra (ou cifragem): texto em claro → criptograma
 - ▣ decifra (ou decifragem): criptograma → texto em claro

 - ▣ Algoritmo: forma pela qual a informação é transformada
 - ▣ Chave: parâmetro do algoritmo

Criptografia: terminologia (2/2)

4



Cifras: evolução da tecnologia

5

- Manuais
 - ▣ Algoritmos simples
 - ▣ Transposição ou substituição de letras



Cifras: evolução da tecnologia

6

□ (Eletro)Mecânicas

- A partir do Séc. XIX
 - Enigma
 - M-209 Converter
 - Lorenz
- Algoritmos de substituição mais complexos



Cifras: evolução da tecnologia

7

- Informáticas / computacionais
 - ▣ Apareceram com os computadores
 - ▣ Algoritmos de substituição muito complexos
 - ▣ Algoritmos matemáticos



Cifras de transposição

8

- Os símbolos originais são baralhados
 - ▣ Mas mantêm-se iguais
- O algoritmo fornece uma forma base de fazer e desfazer a baralhada
 - ▣ A chave define a operação completamente
- Atualmente já não se usam

Cifras de substituição

9

- Substituição dos símbolos originais por outros
 - ▣ Dicionário de substituição

53†††305)) 6* ; 4826) 4†.) 4†) ; 806*
; 48†8‡60)) 85; 1† (; : †*8†83 (88) 5*
† ; 46 (; 88*96*? ; 8) *† (; 485) ; 5*†2:
*† (; 4956*2 (5*4) 8‡8* ; 4069285) ;)
6†8) 4†† ; 1 (†9 ; 48081 ; 8 : 8†1 ; 48†85
; 4) 485†528806*81 (†9 ; 48 ; (88 ; 4 (†
?34 ; 48) 4† ; 161 ; : 188 ; †? ;

A good glass in the bishop's hostel in
the devil's seat fifty one degrees and
thirteen minutes northeast and by
north main branch seventh lime east
side shoot from the left eye of the de
ath's head a bee line from the tree thr
ough the shot forty feet out

Edgar Allan Poe, "The Gold Bug"

- O algoritmo e a chave definem o dicionário de substituição

Cifras computacionais

10

- Algoritmos simétricas
 - ▣ Usam apenas uma chave para cifrar e decifrar
 - Aproximação clássica
- Algoritmos assimétricos
 - ▣ Usam pares de chaves para cifrar e decifrar
 - Uma aproximação introduzida na década de 1970
- Ambos fazem a substituição de bits
 - ▣ O símbolo base da informação em informática

Cifras simétricas

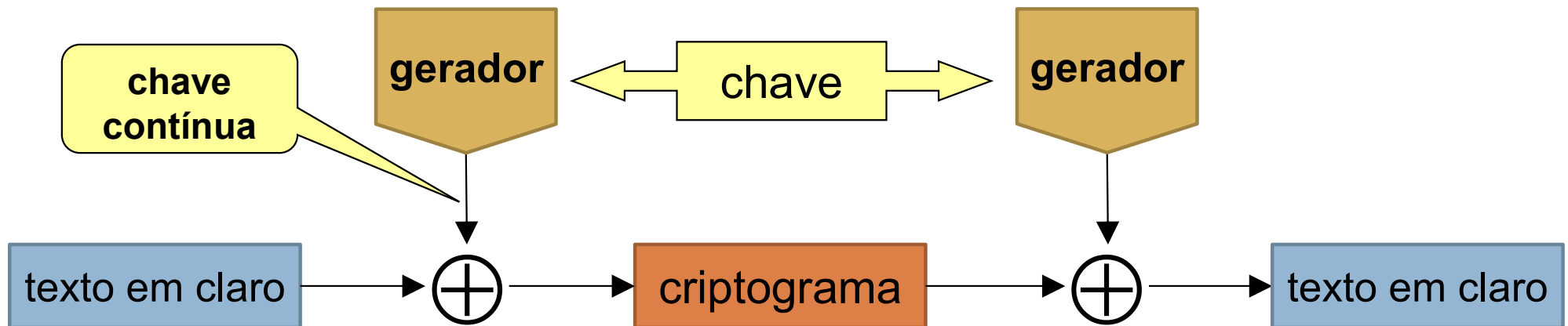
11

- Contínuas ou de fluxo (*stream*)
 - ▣ A informação é uma sequência de bits
 - 1 ou mais
 - A posição dos bits é determinante para a sua substituição
 - ▣ Normalmente usadas em comunicações rádio

- Por blocos
 - ▣ A informação é uma sequência de blocos de bits
 - 64 ou mais
 - A posição dos blocos não altera a sua substituição
 - ▣ Mais usadas em dados armazenados

Cifras contínuas (*stream ciphers*)

12



□ Mistura de uma chave contínua (*keystream*) com os dados a transformar

▣ Chave contínua é uma sequência pseudoaleatória

▣ A sequência é produzida por um gerador

■ Parametrizado por uma chave

▣ A mistura é feita (e desfeita) com a operação XOR

$$C = T \oplus ks$$

$$T = C \oplus ks$$

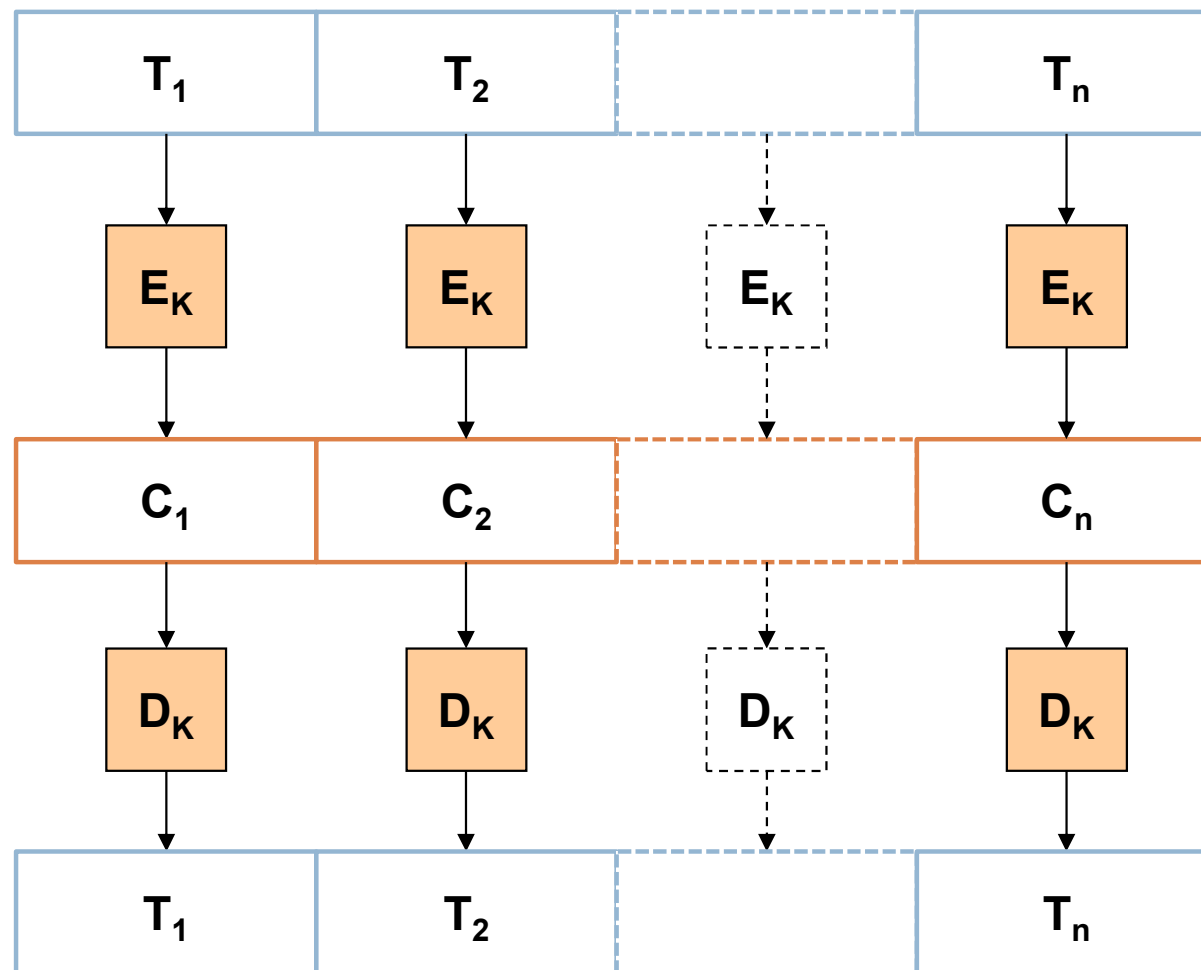
Cifras por blocos

13

- Electronic Code Book (ECB)
 - ▣ É o modo mais simples de fazer cifra por blocos
 - ▣ O texto original é dividido em blocos contíguos de igual dimensão T_i
 - Dimensão imposta pelo algoritmo
 - ▣ A cifra de cada T_i cria um bloco de criptograma C_i
 - A sua sequência é o criptograma
 - ▣ Cada bloco é cifrado e decifrado independentemente

Cifras por bloeos

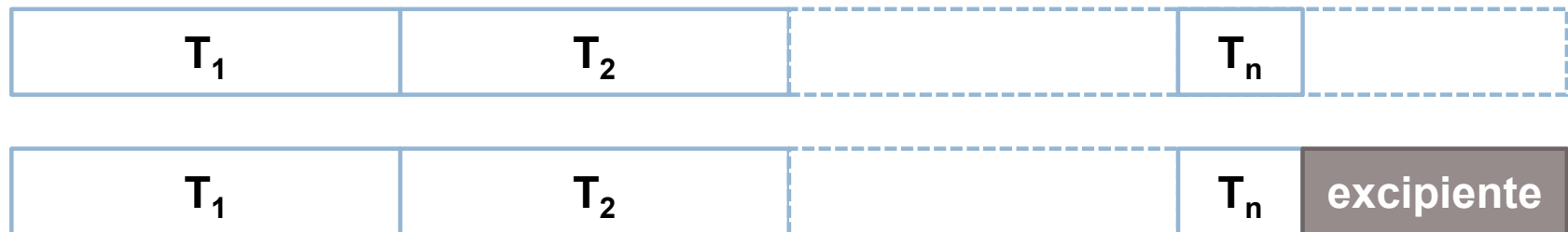
14



Alinhamento (*padding*)

15

- O texto tem de ser alinhado
 - ▣ Não podem ser processados blocos incompletos
- Alinhamento com excipiente
 - ▣ Muitas maneiras de o fazer
 - ▣ É fundamental indicar a existência e comprimento do excipiente



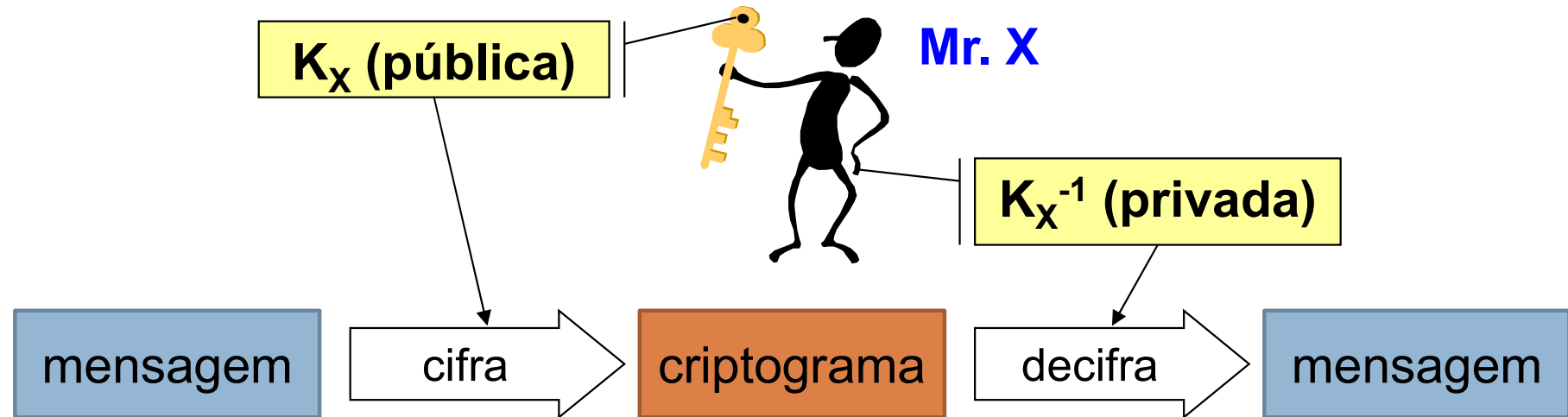
Cifras assimétricas

16

- Cifras que usam **pares de chaves**
 - ▣ Chave **privada**
 - ▣ Chave **pública**
 - ▣ Da pública não é possível inferir a privada
- Cifras de chave pública
- Cada chave faz o inverso da outra
 - ▣ Cifra com pública, decifra com privada
 - ▣ Cifra com privada, decifra com pública
- São **cifras por blocos**

Confidencialidade com cifras assimétricas

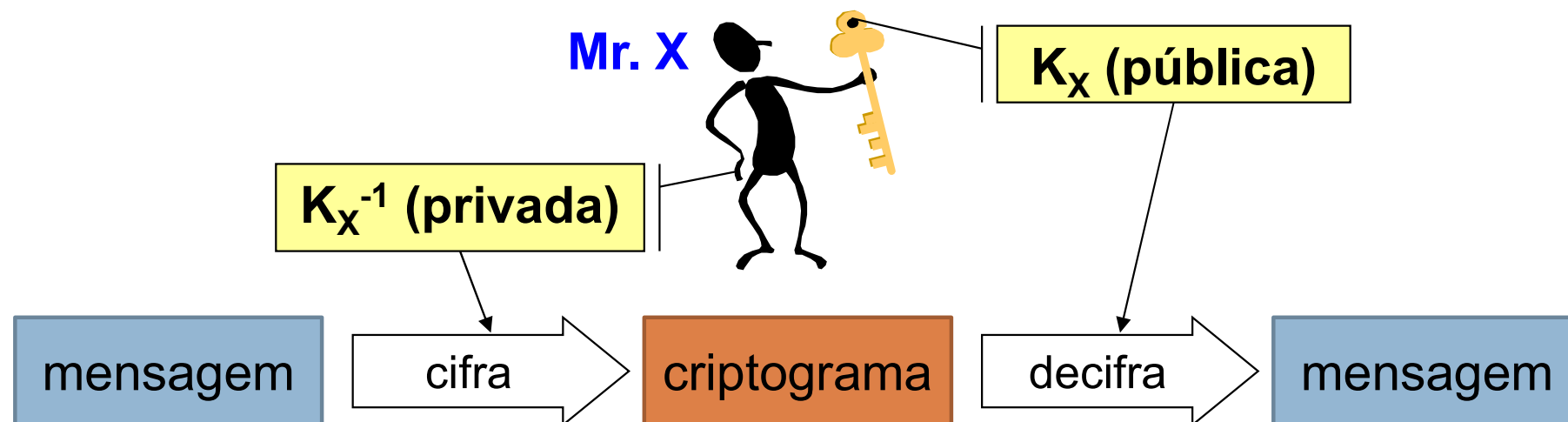
17



- Só se usa o par de chaves do recetor
 - ▣ Para enviar uma mensagem confidencial para X só é preciso conhecer a chave pública de X (K_x)
- Só X será capaz de decifrar o criptograma
 - ▣ Porque apenas X conhece a chave privada K_x^{-1}

Autenticação de conteúdos com cifras assimétricas

18



- Só se usa o par de chaves do emissor
 - ▣ Para validar a assinatura de X numa mensagem só é preciso conhecer a sua chave pública (K_X)
- Só X poderá ter produzido o criptograma
 - ▣ Porque apenas X conhece a chave privada K_X^{-1}

Funções de síntese (*digest*)

19

- Não são funções de cifra
 - ▣ Mas usam princípios criptográficos
- Produzem um valor de dimensão constante a partir de um volume arbitrário de bits
 - ▣ São funções de dispersão (*hashing*)
 - ▣ Mas têm propriedades especiais
- Utilidade
 - ▣ Detetar alterações em dados
 - ▣ Agilizar assinaturas digitais
 - ▣ Fazer transformações de dados unidireccionais

Tecnologia atual

20

- Cifras contínuas
 - ▣ RC4, A5
 - ▣ Geradores baseados em cifras por blocos
- Cifras por blocos
 - ▣ DES, IDEA, Blowfish
 - ▣ AES
- Cifras assimétricas
 - ▣ RSA, ElGamal
 - ▣ Curvas Elípticas
- Alinhamento
 - ▣ PKCS #7 (bytes)
 - ▣ RFC 1321 (bits)
- Funções de síntese
 - ▣ MD5 (a evitar)
 - ▣ SHA-1 (a evitar)
 - ▣ SHA-256
 - ▣ SHA-512

Utilização: CC

21

- Chaves Assimétricas
- Chave privada gera assinaturas
 - ▣ Nunca sai do cartão
- Chave pública para distribuição
- Certificado emitido pelo Estado



Utilização: Distribuição de aplicações

22

- Gestor assina pacotes
 - ▣ Garante que não são alterados
- Clientes verificam assinaturas antes de instalarem

```
[user@cloud:~$ sudo apt-key list  
/etc/apt/trusted.gpg
```

```
-----
```

```
pub      1024D/437D05B5 2004-09-12  
uid                               Ubuntu Archive Automatic Signing Key <ftpmaster@ubuntu.com>  
sub      2048g/79164387 2004-09-12  
  
pub      1024D/FBB75451 2004-12-30  
uid                               Ubuntu CD Image Automatic Signing Key <cdimage@ubuntu.com>
```

Utilização: Distribuição de aplicações

23

```
user@cloud:~$ apt-cache show python
```

```
Package: python
```

```
Source: python-defaults
```

```
Version: 2.7.8-3
```

```
Installed-Size: 680
```

```
Maintainer: Matthias Klose <doko@debian.org>
```

```
...
```

```
Description-md5: d1ea97f755d8153fe116080f2352859b
```

```
...
```

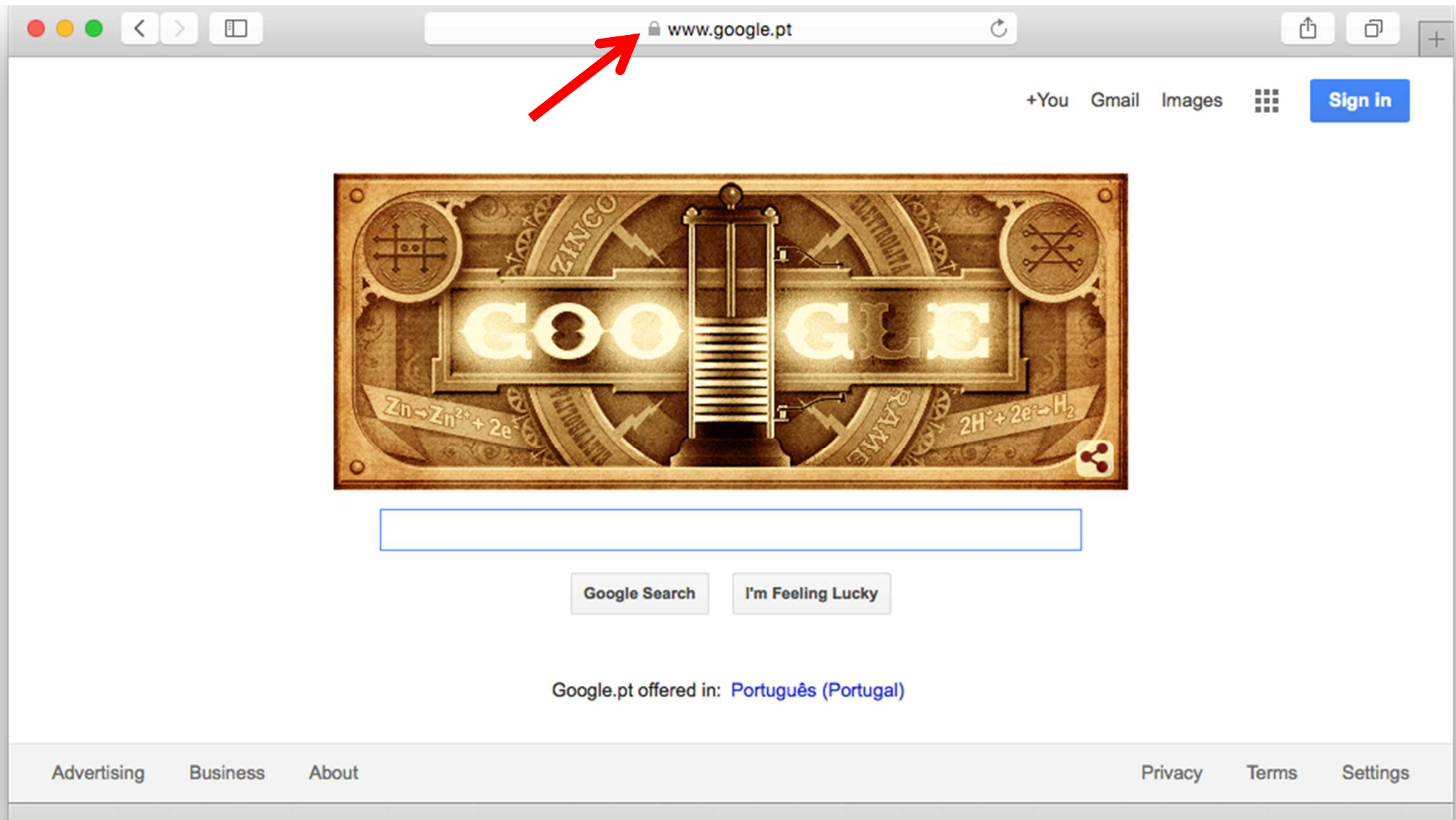
```
MD5sum: 209fc82bed11aeafd55bf4ac2b248232
```

```
SHA1: 171427cf618679073017acb28ad894a5cbb1ebd5
```

```
SHA256: 73a05a2747674b247a2ee2d3c0ff39e903d742daa7c3641f9c6ff121863865f1
```


Utilização: Navegação (HTTPS)

24



Utilização: outros

25

- Redes de Telemóvel
 - ▣ Cifrar chamadas, autenticar utilizadores
- Sistemas de pagamento
- Consolas de Jogos
 - ▣ proteção contra cópias
- Distribuição de TV
- Etc...

Para Aprofundar

26

- André Zúquete, Segurança em Redes Informáticas, 2021, 6ª Edição Atualizada e Aumentada, FCA
- Bruce Schneier, Applied Cryptography, 1996, 2nd Edition, John Wiley & Sons